

PAT-NO: JP404325650A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04325650 A

TITLE: ALUMINUM ALLOY FOR METAL MOLD AND  
ITS PRODUCTION

PUBN-DATE: November 16, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

WATARI, MASATO

KOGA, SHOSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

KOBE STEEL LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP03122118

APPL-DATE: April 24, 1991

INT-CL (IPC): C22C021/10, C22F001/053

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide an aluminum alloy for metal mold reduced in the difference in hardness in a plate thickness direction, excellent in polishability, and having superior machinability.

CONSTITUTION: The aluminum alloy has a composition consisting of 5.0-7.5% Zn, 1.0-3.5% Mg, 1.0-3.0% Cu, 0.05-0.3% Zr, 0.1-0.3% Bi, &le;0.2% Mn, &le;0.15% Cr, and the balance Al with inevitable impurities. This alloy is an aluminum alloy for metal mold where, in the arbitrary surface of a rolled plate or forged plate prepared by subjecting an ingot of this

aluminum alloy having  
<math>\leq 2\text{mm}</math> average grain size to rolling or forging to the  
prescribed thickness  
and then to solution treatment and to aging treatment, the  
average crystalline  
grain length is regulated to <math>\leq 1000\mu\text{m}</math> and also the  
average length of  
existing crystallized compounds is regulated to  
<math>\leq 50\mu\text{m}</math>. If the cooling  
velocity (through the temp. region between 550 and  
250<math>^{\circ}\text{C}</math>) at the time of  
casting is controlled to <math>\leq 400^{\circ}\text{C}/\text{min}</math>, the occurrence  
of solidification  
crack in the ingot can be prevented.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

----- KWIC -----

Abstract Text - FPAR (2):

CONSTITUTION: The aluminum alloy has a composition  
consisting of 5.0-7.5%  
Zn, 1.0-3.5% Mg, 1.0-3.0% Cu, 0.05-0.3% Zr, 0.1-0.3% Bi,  
<math>\leq 0.2\%</math> Mn, <math>\leq 0.15\%</math>  
Cr, and the balance Al with inevitable impurities. This  
alloy is an aluminum  
alloy for metal mold where, in the arbitrary surface of a  
rolled plate or  
forged plate prepared by subjecting an ingot of this  
aluminum alloy having  
<math>\leq 2\text{mm}</math> average grain size to rolling or forging to the  
prescribed thickness  
and then to solution treatment and to aging treatment, the  
average crystalline  
grain length is regulated to <math>\leq 1000\mu\text{m}</math> and also the  
average length of  
existing crystallized compounds is regulated to  
<math>\leq 50\mu\text{m}</math>. If the cooling  
velocity (through the temp. region between 550 and  
250<math>^{\circ}\text{C}</math>) at the time of  
casting is controlled to <math>\leq 400^{\circ}\text{C}/\text{min}</math>, the occurrence  
of solidification  
crack in the ingot can be prevented.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-325650

(43)公開日 平成4年(1992)11月16日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 21/10		8928-4K		
C 2 2 F 1/053		9157-4K		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平3-122118

(22)出願日 平成3年(1991)4月24日

(71)出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号

(72)発明者 渡 真人

栃木県真岡市大谷台町8番地

(72)発明者 古賀詔司

栃木県真岡市八木岡192-79

(74)代理人 弁理士 中村 尚

(54)【発明の名称】 金型用アルミニウム合金とその製造方法

(57)【要約】

【目的】 板厚方向の硬度差が小さく、みがき性に優れ、かつ被削性に優れた金型用アルミニウム合金を提供する。

【構成】 Zn:5.0~7.5%、Mg:1.0~3.5%、Cu:1.0~3.0%、Zr:0.05~0.3%及びBi:0.1~0.3%を含有し、Mn:0.2%以下及びCr:0.15%以下にそれぞれ規制され、残部がAl及び不可避免の不純物からなるアルミニウム合金であって、平均結晶粒が2mm以下の該アルミニウム合金鋳塊を所定の厚さまで圧延又は鍛造後、溶体化、時効処理した圧延板又は鍛造板の任意の面において、平均結晶粒長さが1000μm以下で、存在する晶出化合物の平均長さが50μm以下とした金型用アルミニウム合金である。鋳造時の冷却速度(550~250℃の範囲)を400℃/min以下に制御すると、鋳塊の凝固割れを防止できる。

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で(以下、同じ)、Zn:5.0~7.5%、Mg:1.0~3.5%、Cu:1.0~3.0%、Zr:0.05~0.3%及びBi:0.1~0.3%を含有し、Mn:0.2%以下及びCr:0.15%以下にそれぞれ規制され、残部がAl及び不可避免の不純物からなるアルミニウム合金であって、平均結晶粒が2mm以下の該アルミニウム合金鋳塊を所定の厚さまで圧延又は鍛造後、溶体化、時効処理した圧延板又は鍛造板の任意の面において、平均結晶粒長さが1000μm以下で、存在する晶出化合物の平均長さが50μm以下であり、且つ板厚方向の硬度が高く、硬度差が少なく且つ被削性に優れることを特徴とする金型用アルミニウム合金。

【請求項2】 請求項1に記載のアルミニウム合金を鋳造し、所定の厚さまで圧延又は鍛造後、溶体化、時効処理して圧延板又は鍛造板を製造するに際し、鋳造時の冷却速度を400℃/min以下に制御して鋳塊の凝固割れを防止することを特徴とする金型用アルミニウム合金の製造方法。

【請求項3】 鋳造時に550~250℃の温度範囲で冷却速度を400℃/min以下に制御する請求項2に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は金型用アルミニウム合金に係り、特にプラスチック、ゴム等の成形に使用する金型において、硬度、強度、切削性、みがき性等が要求されるアルミ厚板部材の用途に適するアルミニウム合金とその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】プラスチックやゴム等の成形用金型は、厚板を必要な成形型に切削加工した後、その表面を鏡面仕上げ加工或いはシボ加工し製造される。

【0003】また、プラスチックが高温高速で射出されるため、耐摩耗性が良いこと、或いは金型表面状態が直接製品表面にプリントされるため、仕上り状態が良いこと等が要求される。このため、素材には硬度、強度が高いこと、板厚方向の硬度が均一であること、鏡面仕上げする時のみがき加工性が良いこと等の特性が要求される。

【0004】従来より、このような金型用アルミニウム合金としては7000番系合金である7N01、7003、7075等の合金が使用されているが、これらの合金は厚板材になると焼入れ性が悪く、板表面と板厚中央とでは硬度、強度の差が大きいため、このような要求に対し十分に応えることができなかった。

【0005】すなわち、金型用としては、通常は20mm以上の厚板が使用されるが、上記傾向は板厚が厚くなるにつれ、板厚方向の各部位での焼入れ時の冷却速度が大

2

きく異なってくるため、その差が増々大きくなる。したがって、切削加工した製品内で硬度の異なる部位が発生することになり、硬度が低い部位は摩耗が激しく、金型寿命を早めることになる。

【0006】また、加工性が悪くなったり、或いは鏡面仕上げするみがき加工時に、表面に微妙な凹凸が発生し、それがプラスチック等の製品にプリントされ、製品価値がなくなる等の問題があった。

【0007】そこで、本件出願人は、これらの問題点を解決するために、先に特願昭63-118580号にて圧延板又は鍛造板であって板厚方向の硬度が高く且つ硬度差が少なく、みがき性に優れる金型用アルミニウム合金を提案した。しかし、金型はその製作費の中で加工費が70%程度を占め、製作費の中の割合が大きくコストダウンが求められている状況にあり、加工時間を短縮化するために金型材料は被削性に優れることが重要であるが、該金型用アルミニウム合金はこの被削性の点で充分とは云えない。

【0008】本発明は、先の提案に係る技術を改良して、板厚方向の硬度差が小さく、みがき性に優れ、かつ被削性に優れた金型用アルミニウム合金とその製造方法を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明者らは、先の提案の技術において更に被削性を改善するべくアルミニウム合金の成分並びに組織面等の種々の角度から鋭意研究を重ねた結果、化学成分を適切に規制すると共に、圧延板又は鍛造板における結晶粒長さ及び晶出化合物長さを制御することにより可能であることを見出したものである。

30

【0010】すなわち、本発明に係る金型用アルミニウム合金は、Zn:5.0~7.5%、Mg:1.0~3.5%、Cu:1.0~3.0%、Zr:0.05~0.3%及びBi:0.1~0.3%を含有し、Mn:0.2%以下及びCr:0.15%以下にそれぞれ規制され、残部がAl及び不可避免の不純物からなるアルミニウム合金であって、平均結晶粒が2mm以下の該アルミニウム合金鋳塊を所定の厚さまで圧延又は鍛造後、溶体化、時効処理した圧延板又は鍛造板の任意の面において、平均結晶粒長さが1000μm以下で、存在する晶出化合物の平均長さが50μm以下であり、且つ板厚方向の硬度が高く、硬度差が少なく且つ被削性に優れることを特徴とするものである。

【0011】また、そのせいぞう方法は、前記アルミニウム合金を鋳造し、所定の厚さまで圧延又は鍛造後、溶体化、時効処理して圧延板又は鍛造板を製造するに際し、鋳造時の冷却速度を400℃/min以下に制御して鋳塊の凝固割れを防止することを特徴とするものである。

【0012】以下に本発明を更に詳細に説明する。

40

【0013】まず、本発明における化学成分の限定理由

3

を説明する。Zn: Znは強度と硬度の向上に効果のある元素である。しかし、その含有量が5.0%未満では最終製品(T6材)での硬度や強度が低下し、また7.5%を超えると晶出化合物が多くなり、鋳造性、圧延加工性が悪くなり、割れが発生し易くなる。したがって、Zn量は5.0~7.5%の範囲とする。

【0014】Mg: MgはZnと同様に、強度と硬度の向上に効果のある元素であるが、含有量が1.0%未満では強度や硬度が低下し、また3.5%を超えると圧延加工性を悪くしたり、鋳造性を悪くする。したがって、Mg量は1.0~3.5%の範囲とする。

【0015】Cu: CuもZn及びMgと同様、強度と硬度の向上に効果のある元素であるが、含有量が1.0%未満では強度や硬度が低下し、また3.0%を超えると著しく鋳造性を悪くさせる。したがって、Cu量は1.0~3.0%の範囲とする。

【0016】Zr: Zrは厚板材での焼入れ性を殆ど低下させないで強度向上に効果のある元素である。しかし、含有量が0.05%未満では焼入れ性が改善されず、板厚中央部での硬度及び強度が不足し、その効果がなく、また0.3%を超えると焼入れ性に対する効果が飽和し、逆に巨大晶出化合物が発生し、切削加工性やみがき性を悪くする。したがって、Zr量は0.05~0.3%の範囲とする。

【0017】Bi: Biは切削の際に切屑を細かくし、表面仕上りを良好にする等の被削性向上に効果のある元素である。しかし、含有量が0.1%未満では被削性改善の効果は少なく、また0.3%を超えると被削性は向上するが、鋳造時の冷却速度をコントロールしても、凝固割れが生じ易くなり、製造することが困難になる。したがって、Bi量は0.1~0.3%の範囲とする。

【0018】Cr: Crは強度、硬度向上、焼入れ感受性、みがき性に影響を与える元素であり、0.15%より多く含有すると、特に厚板材での焼入れ性が悪くなり、板表面に比べて板厚中央部での強度或いは硬度低下が大きくなり、加工性、みがき性を悪くする。したがって、Cr量は0.15%以下に規制する。

【0019】Mn: Mnは組織を微細化させ、強度を向上する元素であるが、Crと同様にみがき性にも影響を与える元素である。そのため、Mn量は0.2%以下に規制する。0.2%より多く含有すると特にみがき性が劣化するので好ましくない。

【0020】なお、上記元素の他に不純物が含有するが、その量は本発明の効果を損なわない限度で許容できる。例えば、Fe $\leq$ 0.30%、Si $\leq$ 0.25%を許容できるが、各々0.20%以下が好ましい。Fe、Siは各々みがき性に影響を及ぼす元素であり、各々0.30%、0.25%を超えて含まれると巨大晶出物が発生

4

し、みがき性を著しく悪くする。またTi $\leq$ 0.1%、Ni $\leq$ 0.1%、B $\leq$ 0.001%、Be $\leq$ 0.001%、Na $\leq$ 0.001%であれば、これらの元素を含んでも金型としての特性上変わりはない。

【0021】次に上記化学成分のAl合金について金属組織を限定する理由を説明する。成形用金型は、硬度、強度及び切削加工性が要求されるだけでなく、加工後の表面みがき性が優れることが要求される。このため、本発明では平均結晶粒長さ並びに晶出化合物長さを制御するのである。

【0022】すなわち、平均長さが50 $\mu$ mを超える晶出化合物が存在すると、鏡面仕上げ加工時に、素地表面に突出或いは脱落し、穴状の欠陥をつくる等、みがき性を著しく悪くする。また、平均結晶粒長さが1000 $\mu$ mを超える組織を有する場合、鏡面仕上げ加工時に素地表面にうねりが発生し、同様にみがき性を悪くする。

【0023】一方、金型として使用するアルミニウム合金素材の板厚は20~200mm程度の厚いもので、熱間圧延材のまま或いは鍛造材で使用するが多い。このため、Al合金鋳塊の組織微細化が必要であり、鋳塊の平均結晶粒が2mmを超えるものでは、その後の均質化処理、熱間圧延又は鍛造、熱処理(溶体化処理、時効処理)等で結晶粒の大きさをコントロールすることが難しくなり、みがき性が悪くなる。したがって、Al合金鋳塊の平均結晶粒は2mm以下にしておく必要がある。

【0024】次に本発明の製造条件について説明する。上記組成のアルミニウム合金は溶解、鋳造、均質化処理、熱間圧延又は鍛造、熱処理(溶体化、時効処理)等を行って得られ、本発明では、特に鋳造時の凝固割れを改善するために、鋳造時の冷却速度を制御するものである。

【0025】すなわち、冷却速度が400℃/minを超えると凝固時に鋳塊の内部応力が大きくなり、凝固割れを生じ易くなる。このため、鋳造時の凝固割れを防止するために冷却速度を400℃/min以下にする必要がある。

【0026】なお、鋳造以降の好ましい製造条件としては、溶解・鋳造後、350~450℃にて予備均熱し、鋳塊中の残留応力を除去した後、面削を行い、その後400~500℃ $\times$ 2~48時間の均質化処理を施した後、300~450℃で熱間圧延又は鍛造し、次いで350~500℃で溶体化・水焼入れし、1~3%歪取りストレッチ後、120~180℃ $\times$ 2~48時間の1段或いは2段時効処理を行う。勿論、この製造条件に制限されることはなく、適宜変更することは可能である。

【0027】次に本発明の実施例を示す。

【実施例】

【表1】

区 分	No.	化 学 成 分 (wt%)											備考
		Zn	Mg	Cu	Zr	Mn	Cr	Fe	Si	Ti	Bi	Al	
本発明材	1	6.0	2.3	2.1	0.10	0.02	0.02	0.05	0.05	0.02	0.15	残	—
	2	"	"	2.8	"	"	"	"	"	"	0.29	"	
	3	"	"	1.7	0.20	"	"	"	"	"	0.2	"	
	4	"	1.6	2.1	0.10	"	"	"	"	"	0.12	"	
	5	5.2	2.3	"	0.20	"	"	"	"	"	0.30	"	
比較材	6	4.0	"	"	"	"	"	"	"	"	—	"	7075相当
	7	5.5	2.5	1.6	—	1.0	0.25	0.10	"	"	—	"	
	8	"	"	"	0.03	0.3	"	"	"	"	—	"	
	9	"	"	"	0.40	0.03	0.02	"	"	"	—	"	
	10	6.0	2.3	2.1	0.10	0.02	0.02	0.05	0.05	0.02	—	"	

に示す化学成分を有するAl合金を板厚500mmの鋳塊に鋳造を行った。その際、鋳造のときの冷却速度を200～600℃の温度範囲で冷却を施した。更に、鋳造以降の工程は鋳塊に450℃×24時間の均質化処理を施し、450～300℃の温度で熱間圧延し、60mm厚の厚板材を得た。

\*の溶体化・焼入れし、焼入れによって発生した残量応力除去のため1.5%のストレッチ後、120℃×24時間→150℃×24時間の2段階処理を施した。

【0029】得られた材料について機械的性質、硬さ、金属組織、みがき性等及び鋳塊の凝固割れ性について調査を行った。その結果を

【0028】続いて、硝石炉を用いて450℃×60分\*20 【表2】

区 分	No.	引 張 特 性			硬 度 値 (Hv)			被削性 (%)
		$\sigma_B$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{0.2}$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	$\delta$ (%)	表面	1/4t	1/2t	
本発明材	1	60.5	58.3	10.5	195	192	188	110
	2	60.8	58.8	10.7	200	194	189	115
	3	61.3	59.2	10.0	205	201	192	112
	4	60.1	57.9	10.4	190	186	183	108
	5	59.5	58.0	9.8	186	180	178	115
比較材	6	53.8	51.5	11.5	175	168	162	97
	7	56.1	51.3	12.3	195	165	155	97
	8	55.7	50.8	12.1	188	158	150	98
	9	60.1	58.4	9.6	201	193	188	98
	10	60.7	58.7	10.8	198	194	189	100

(注) 被削性は、ドリル加工の最大送り速度に関してNo.10を100%として評価した。

及び

【表3】

区 分	No.	晶出化合物の 平均長さ ( $\mu$ m)	平均結晶粒 長さ ( $\mu$ m)	み が き 性				総合判定
				Ra ( $\mu$ m)	Rmax ( $\mu$ m)	素地 うねり	晶出物の突出 及び脱落	
本発明材	1	30	600	0.2	1.0	○	○	○
	2	35	580	0.1	1.2	○	○	○
	3	45	800	0.2	1.5	○	○	○
	4	22	350	0.2	0.8	○	○	○
	5	39	760	0.1	1.3	○	○	○
比較材	6	40	680	0.1	1.3	○	○	△(強度が低い)
	7	55	830	0.5	1.8	△	×	×
	8	45	1080	0.3	1.6	○	△	×
	9	65	1150	0.7	2.5	×	×	×

(注1) 晶出化合物の平均長さ：任意の晶出化合物の最長長さとその直角方向の長さの平均値

(注2) 平均結晶粒長さ：任意の結晶粒の最長長さとその直角方向の長さの平均値

(注3) 素地うねり、晶出物の突出及び脱落の評価：目視及び顕微鏡観察により、○(小)、△(中)、×(大)と判定した。

に示す。

板厚tの1/2tの部位(図中、△印)より圧延方向に直

【0030】なお、機械的性質は、図1に示す如く、全 50 角な方向に引張試験片(JIS14A号)を切出し、引張

7

8

試験により評価した。硬さは、同図に示す如く、板表面並びに板厚の1/4tと1/2tの各部位(図中、○印)についてピッカース硬さを調べて評価した。被削性は、ドリルによる穴明け加工の最大送り速度を比較材No. 10を100%として比較し、評価した(表2の脚注参照)。

【0031】金属組織は、板厚の1/4tの部位で圧延面に平行な断面より試料を取出し、研磨後、顕微鏡で観\*

〔みがき手順〕

砥石(#320→#400→#600)による研磨

↓

ペーパー研磨(#1000)

↓

フェルト、ダイヤモンド砥石(#1800→#3000→#8000)による研磨(コンパウンド添加液使用)

なお、みがき作業は、図2に示すように試料1を固定し、研磨具2(砥石、ペーパー、フェルト)を図中矢印の如く往復動させて行なった。

【0033】鋳塊の凝固割れ性は鋳造後、鋳塊を鋳造方向に分割して、割れの有無を評価した。

【0034】表2及び表3より、本発明材No. 1～No. 5は、従来材に比較し、強度、硬さが高いと共に被削性は金型加工で重要な加工速度が10～15%程度で優れ、また板厚方向での硬度差が小さく、しかも表面粗さ、素地うねりや晶出化合物の突出乃至脱落が少ない※

\*察し、晶出化合物の平均長さと平均結晶粒長さを測定した。

【0032】みがき性は、金属組織と同じ部位の板厚1/4tの部位で、圧延面に平行な断面で50mm□の試料を切出し、以下のみがき手順で研磨を行い、鏡面仕上げ加工した後、表面粗さ(Ra、Rmax)、素地のうねり、晶出物の突出及び脱落等について評価した。

※等、みがき性に優れ、製品特性で優れていることがわかる。

【0034】一方、比較材No. 6は強度及び硬度が不足し、比較材No. 7(7075相当)は強度が不足すると共に硬度差が大きく、みがき性に劣る。また比較材No. 8は強度が不足すると共に特に硬度差が大きく、みがき性に劣り、比較材No. 9は強度及び硬度は高いものの、みがき性が劣悪である。

【0035】鋳造時の凝固割れ性については、

【表4】

区 分	No.	凝 固 割 れ 性	
		380℃/min	550℃/min
本発明材	1	○	×
	2	○	×
	3	○	×
	4	○	×
	5	○	×

(注1) ○：割れなし、 ×：割れ発生

(注2) 平均冷却速度(550～250℃の間)は

380℃/minと550℃/minの2条件で行った。

に示すように、鋳塊の平均冷却速度(550～250℃の間)を400℃/min以下に制御することにより、製造時の凝固割れが防止されることがわかる。

【0036】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、Al合金の化学成分を調整すると共に圧延材又は鍛造材の金属組織(平均結晶粒長さ、晶出化合物長さ等)を制御するので、強度が十分であることは勿論のこと、硬度が高く且つ硬度差が小さく、しかも被削性、みがき性に優

れた高製品特性の金型用アルミニウム合金が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例において引張試験片、硬度測定試料の切出し部位を示す説明図である。

【図2】みがき作業の要領を説明する図である。

【符号の説明】

- 1 試料
- 2 研磨具

【図2】



(6)

特開平4-325650

【図1】

